

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-357119

(43)Date of publication of application : 13.12.2002

BEST AVAILABLE COPY

(51)Int.Cl.

F01N 3/08  
 B01D 46/42  
 B01D 53/34  
 B01D 53/56  
 B01D 53/74  
 B01D 53/94  
 B01J 19/08  
 F01N 3/02  
 H05H 1/24

(21)Application number : 2002-020368

(71)Applicant : KINOSHITA YUKIO  
MIWA MEGUMI

(22)Date of filing : 29.01.2002

(72)Inventor : KINOSHITA YUKIO  
MIWA MEGUMI

(30)Priority

Priority number : 2001058135

Priority date : 02.03.2001

Priority country : JP

## (54) HIGHLY EFFICIENT GAS PROCESSING SYSTEM USING ELECTRIC DISCHARGE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To implement real-time processing depending on an operational state of an engine with inexpensive and durable structure, by performing processing in which NO is completely decomposed from NO<sub>x</sub> in exhaust gas by using electric discharge to generate NO<sub>2</sub> required for oxidizing fine particles at a low temperature of 300° C in a real time without influence of sulfur or the like in fuel, an particulate matters are completely decomposed by using ozone or active oxygen as oxidant simultaneously generating in the atmosphere of the NO<sub>2</sub> and at the low temperature of about 300° C and by using an inexpensive catalyst.

**SOLUTION:** Of all NO<sub>x</sub> in the exhaust gas, the NO is completely decomposed by a bare discharge wire from and NO<sub>2</sub> required for oxidizing fine particles at the low temperature of about 300° C is generated in real time without the influence of the sulfur in the fuel, so that the processing is performed depending on the operational state of the engine. The particulate matters are completely decomposed by using the NO<sub>2</sub> generated by the electric discharge and the ozone or activated oxygen simultaneously generated in the atmosphere of oxygen as oxidant at the low temperature of about 300° C and by using he inexpensive catalyst.

図 1A

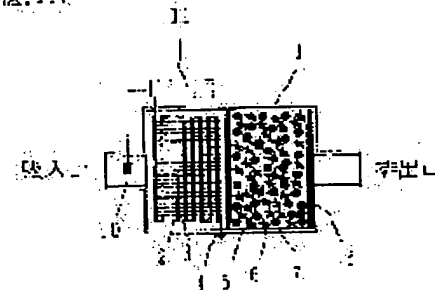
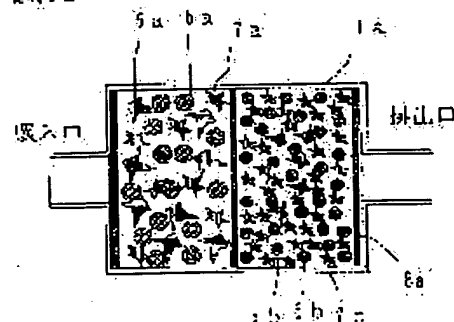


図 1B



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-357119

(P2002-357119A)

(43) 公開日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 1 N 3/08		F 0 1 N 3/08	C 3 G 0 9 0
B 0 1 D 46/42		B 0 1 D 46/42	B 3 G 0 9 1
53/34	Z A B	B 0 1 J 19/08	C 4 D 0 0 2
53/56		F 0 1 N 3/02	3 0 1 B 4 D 0 4 8
53/74			3 0 1 F 4 D 0 5 8
審査請求 有 請求項の数20 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-20368 (P2002-20368)

(22) 出願日 平成14年1月29日 (2002. 1. 29)

(31) 優先権主張番号 特願2001-58135 (P2001-58135)

(32) 優先日 平成13年3月2日 (2001. 3. 2)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 598160203

木下 幸雄

茨城県日立市みかの原町2丁目7番8号

(71) 出願人 501087401

三輪 恵

徳島県板野郡北島町鯛浜西ノ須68-24

(72) 発明者 木下幸雄

茨城県日立市みかの原町2-7-8

(72) 発明者 三輪 恵

徳島県板野郡北島町鯛浜西ノ須68-24

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電現象などを用いた高効率排気ガス処理システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 燃料中の硫黄などの影響を受けずに、排出ガス中の $\text{NO}_x$ を放電を用い $\text{NO}$ は完全に分解し、 $300^\circ\text{C}$ 程度の低温で微粒子を酸化させるのに必要な $\text{NO}_2$ をリアルタイムに生成する。 $\text{NO}_2$ および酸素雰囲気中で同時に発生するオゾンや活性酸素を酸化剤に用いて粒子状物質を $300^\circ\text{C}$ 前後の低温で安価な触媒を用いて完全に分解する。エンジンの運転状況に追従してリアルタイムに処理、安価で耐久性のある構成で達成する。

【解決手段】 燃料中の硫黄などの影響を受けずに、排出ガス中の $\text{NO}_x$ を裸放電線にて $\text{NO}$ は完全に分解し、 $300^\circ\text{C}$ 程度の低温で微粒子を酸化させるのに必要な $\text{NO}_2$ をリアルタイムに生成して、エンジンの運転状況に応じて処理する。放電により生成した $\text{NO}_2$ および酸素雰囲気中で同時に発生するオゾンや活性酸素を酸化剤に用いて粒子状物質を $300^\circ\text{C}$ 前後の低温で安価な触媒を用いて完全に分解する。

図.1A

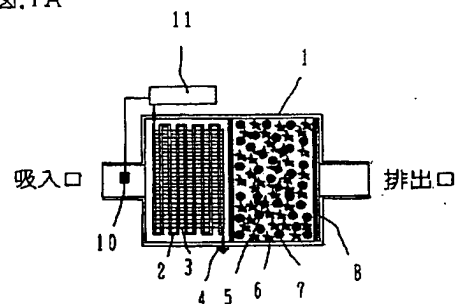
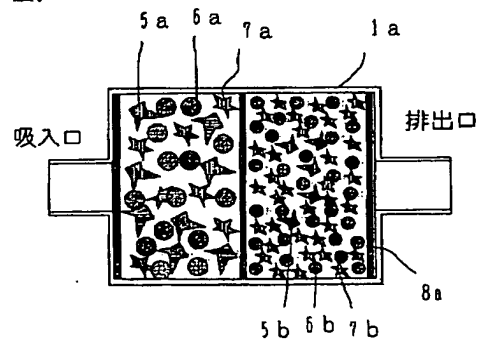


図.1B



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電極間に印加する電圧をできるだけ低くするため、電極の一方を長い線状、帯状、棒状または板状などにして絶縁体の外皮で覆い、もう一方の電極をそれぞれの形状にあわせて裸線にして、絶縁芯線に沿わせて平行、直角、螺旋、網状あるいはジグザグ状などに密着配置してオゾンやバリア放電を効果的に発生させるようにし、NOを効果的に分解し、特に酸素雰囲気中ではこれをNO<sub>2</sub>に効率的に転換させるように波形（パルス状波形を含む）、高周波電圧や周波数を変化させて必要な量をうるようにしたことを特徴とする放電発生装置。

【請求項2】請求項1で説明した放電発生装置などにおいて、酸素雰囲気においても波形（パルス状波形を含む）、高周波電圧および周波数を適当にかえることにより、NOおよびNO<sub>2</sub>などのNO<sub>x</sub>を完全に分解除去するようにしたことを特徴とする放電発生装置。

【請求項3】請求項1で説明した放電発生装置などにおいて、NOを完全に除去した上、NO<sub>2</sub>を高周波電圧や周波数などを変えてNO<sub>2</sub>を分解や反応に必要な量だけ発生させ、制御できるようにしたことを特徴とする放電発生装置。

【請求項4】請求項1から3を用いて、粒子状物質を含むディーゼル排気ガスなどの処理に次工程で触媒と組み合わせ、排気ガスの状況に応じてNOやNO<sub>2</sub>の除去、あるいは粒子状物質処理に必要なNO<sub>2</sub>の生成などNO<sub>x</sub>の量や成分をコントロールし、粒子状物質を触媒を用いて300℃前後の低温にて除去するようにしたことを特徴とする排気ガスなどの処理装置。

【請求項5】請求項4において、触媒に白金やパラジウムなどの貴金属をほとんど用いずに酸化バナジウム、酸化モリブデン、アルミナおよびゼオライトなどを用いて構成することにより、省エネルギーや省資源を徹底し簡単に安価な構成で必要な機能を達成するようにしたことを特徴とする排気ガスなどの処理装置。

【請求項6】粒子状物質を透過性セラミックス製フィルターなどに吸着させて、吸着面に配した単数または複数の電極対に分けておき、常時または間欠的に粒子状物質の付着状況を電極間の抵抗値などで感知して、処理に必要な電極間を選択的に処理して、場所による処理無駄ができないように網羅的に性能向上と機能維持を可能にしたことを特徴とする排気ガス中などの粒子状物質処理装置。

【請求項7】請求項1の絶縁芯線のセラミックスなどの絶縁物や請求項6のセラミックス製フィルターにバナジウムやモリブデン酸化物などの粒子状物質酸化触媒やアルミナ、酸化ガリウムに担持した金属すずやインジウムなどの還元触媒にてNO<sub>x</sub>分解やNO<sub>2</sub>の生成と粒子状物質の分解を同時に行わせるようにして、効率の向上や資材の節約など構造構成をより簡潔にしてコンパクトで、低価格高性能を特徴とする排出ガスなどの処理装

置。

【請求項8】請求項1から3のバリア放電などを用いたNO<sub>x</sub>処理装置と請求項6とを組み合わせることにより、貴金属などの触媒を一切用いなくても完全に処理でき、しかも簡単な構成にて低価格を実現できるなど、排気ガスの成分に応じて効率的に追従処理を可能にしたことを特徴とする排出ガスなどの処理装置。

【請求項9】アンモニアの高圧反応装置やプラズマ合成装置を機器に保有し、放電などで空気中の窒素と水を電気分解などで生成した水素とでアンモニアを必要なだけ生成し、それを用いてNO<sub>x</sub>の分解を安全かつ効率的に行わせるようにしたことを特徴とする排出ガスなどの処理装置。

【請求項10】放電線を網状、筒状および布状にした物において、組線の一部にアルミナやガラスなどの線にて構成することによって、強度や耐久性、さらにこれらの線に触媒を担持して放電と触媒処理を同時に同じ位置にて可能にした放電線の構造を持つことを特徴とする排出ガスなどの処理装置。

【請求項11】絶縁芯線の絶縁にアルミナなどの耐熱材を外皮に用い、放電線を網状、筒状および布状にした物において、複数の放電線が電氣的に接触しないように配置し、これら放電線間に直流か交流の適切な電位を持たせるようにしておき、この線間に導電性の物質例えば電解液や炭素系粒子状物質にて覆われた場合に電流が流れ、焼却や乾燥を起こさせるようにしたことを特徴とする放電素子の構造。

【請求項12】請求項2においてNOおよびNO<sub>2</sub>などのNO<sub>x</sub>を完全に分解除去するようにした放電発生装置において、システム内に酸素の供給や調節可能な装置を設け、ガス中の分解するNO<sub>x</sub>の量に応じて酸素濃度を変えることが出来るようにして、NO<sub>x</sub>を省エネ的、安定的に分解除去するようにしたことを特徴とする排気ガスなどの分解装置。

【請求項13】請求項3においてNOおよびNO<sub>2</sub>などのNO<sub>x</sub>を完全に分解及び生成するようにした放電発生装置において、システム内に炭化水素ガスの供給や調節可能な装置を設け、ガス中の分解する粒子状物質の量に応じて炭化水素の濃度を変えることが出来るようにし、NO<sub>x</sub>や粒子状物質を省エネ的、安定的にNOの分解、NO<sub>2</sub>の生成及び粒子状物質を分解除去するようにしたことを特徴とする排気ガスなどの分解装置。

【請求項14】請求項1～5、請求項9～9及び請求項12～13において、NO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>の量を印加電圧などによる放電エネルギーを制御して行う場合に処理前後のNO<sub>x</sub>やNO<sub>2</sub>濃度を検知して定常や増減の変化状況を把握して放電エネルギー制御ポイントを決定するようにしたことを特徴とするNO<sub>x</sub>分解装置。

【請求項15】放電や通電にて自動車など移動機に用いる排気ガス処理器において、排ガス処理に必要な付加的

10

20

30

40

50

電氣量をプラスした状態にて、既設の発電機との互換性を持たせるため、耐熱性に優れた高効率でサイズや取り付け上排気ガス処理器の交換に支障の無いようにした発電機と共に交換できるようにしたことを特徴とする排気ガス処理システム。

【請求項16】排気ガス処理装置において、容量や耐久性を上げるため、機能ごとの処理エレメントをモジュール化して、直列又は並列、それらの組合せなどにて構成することにより、容量調節や耐久性を上げると同時に生産性、信頼性及び保守性を飛躍的に向上したことを特徴とした処理装置の構成方式。

【請求項17】放電絶縁線において、複数の放電線にて構成したり、放電線の長さを調整可能にしたり、太さを切り替え可能にして、放電特性を自由適切に切り替えできるようにしたことを特徴とする放電エレメント。

【請求項18】粒子状物質を分解する装置において、放電による $\text{NO}_2$ の生成と同時に燃料中の硫黄酸化物やあらかじめ担持しておいた硫黄酸化物などにて触媒を一切用いずに、必要に応じて酸素や炭化水素の付加調整などして完全に粒子状物質を除去するようにしたことを特徴とする排気ガス処理装置。

【請求項19】排気ガス処理器において、有害ガスや粒子状物質の分解、生成及び除去を安全、確実及び省エネ的に行うために、装置内で発生した熱を有効に活用するために、熱絶縁構造を採用したことを特徴とする排気ガス処理装置。

【請求項20】請求項17の放電線による調整と放電線の電氣的放電エネルギー調整とを組み合わせ、有機的調整を行うことにより処理能力の向上や処理の信頼性及びコストを飛躍的に向上するようにしたことを特徴とする放電絶縁線を用いた排気ガス処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 $\text{NO}_x$ や粒子状物質および炭化水素などを含有するボイラーやエンジンなどから排出される排気ガス中などの有害化学物質の分解・化学反応などを促進する排気ガス処理装置をはじめ化学工場や環境機器等などにかかわる。

【0002】

【従来の技術】従来の排出ガス中の $\text{NO}_x$ や微粒子の処理技術は世界的にみても有害物質すべてを安価にしかも効果的に分解処理できる技術はまだ確立されていない。 $\text{NO}_x$ の除去技術としてはボイラーやエンジン発電機などの定置機の処理としてアンモニアを用いた脱硝技術が確立されているが、自動車などの移動機には安全上の見地より使われていない。また、ディーゼル車の $\text{NO}_x$ 除去にはエンジンの高圧噴射や燃焼室の形状などで対策が取られているが、それだけでは満足な技術は確立されていない。排気ガス中の $\text{NO}_x$ を白金やパラジウムなどの貴金属触媒を用いて $\text{NO}_2$ を生成し、後工程の触媒で微

粒子を分解する装置があるが $\text{NO}_x$ 低減効果は15%程度と低く、まだ本格的な処理装置は確立されていない。また、貴金属を主体に3元触媒を用いたものはあるが、高価で本格的な実用化はされていない。この場合、触媒に用いる白金は燃料中の硫黄の影響による触媒機能の低下で低硫黄燃料の普及が実用化の前提になっている。一方、粒子状物質の除去技術としては、前述の $\text{NO}_2$ による酸化分解に白金などの貴金属で低温分解除去する技術は確立されているが、価格が高価なため本格的な普及はできていない。現在セラミックス製フィルターにて吸着、吸着後燃焼にて処理する方法が実用化されているが、パッチ処理や複数処理系統にて交互処理システムを用いた方法があるが高価な点や使い勝手の悪さなどで本格的な普及を阻害しているのが実態となっている。ディーゼルエンジンは運転状況により、排気ガス中の有害物質の成分が大きく変化するのに対して、現在のすべての処理装置が固定的で運転状態に追従して処理できるものや処理能力低下をリアルタイムで再生処理できる装置は実現されていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】燃料中の硫黄などの影響を受けずに、排出ガス中の $\text{NO}_x$ を放電を用いて $\text{NO}$ は完全に分解し、300℃程度の低温で微粒子を酸化させるのに必要な $\text{NO}_2$ をリアルタイムに生成する技術を確立すること。②①で生成した $\text{NO}_2$ および酸素雰囲気中で同時に発生するオゾンや活性酸素を酸化剤に用いて粒子状物質を300℃前後の低温で安価な触媒を用いるか、触媒を一切用いずに完全に分解する技術を確立すること。③エンジンの運転状況に追従してリアルタイムに処理できる技術を確立すること。④①から③を安価でしかも耐久性に優れた構成で達成する技術を確立すること。⑤アンモニアを自前で生成する装置を付随して持ち、 $\text{NO}_x$ などの処理に効果的に機能させるように構築すること。⑥放電や通電にて排気ガスを処理する場合に付加的電氣容量をカバーしながら既設の発電機と互換性を持たせた耐熱性に優れた高効率な発電機をシステムに構築すること。等

【0004】

【課題を解決するための手段】① 燃料中の硫黄などの影響を受けずに、排出ガス中の $\text{NO}_x$ を放電を用いて $\text{NO}$ は完全に分解し、300℃程度の低温で微粒子を酸化させるのに必要な $\text{NO}_2$ をリアルタイムに生成する技術を確立することの解決策として、まず燃料中の硫黄の影響を受けずに行う手段として $\text{NO}_2$ 生成を触媒に白金を使用しないで行う。すなわち、バリア放電などを用いることである。その具体的な例として、電極間に印加する電圧をできるだけ低くするため、電極の一方を長い線状、带状、棒状または板状などにしてセラミックスや耐熱シリコンなどの展性の優れた薄い絶縁体の外皮で覆い、もう一方の電極をそれぞれ絶縁芯線の形状にあわせ

て裸線にして、絶縁芯線に沿わせて平行、直角、螺旋、網状あるいはジグザグ状などに密着配置してオゾン発生やバリア放電を効果的に発生させるようにし、電極間に交流高電圧をかけ、電圧や周波数を変化させると、電圧を上げるに従い、残存酸素を有する排出ガス中のNOが低下し、ある電圧に達するとゼロになる。一方、NO<sub>2</sub>は最初NOに比べわずか(1/10以下)であるが漸次増加し、NOがゼロの範囲でピーク値を示し、電圧をさらに上げると徐々に減少してやがてゼロとなる。この時点でNO<sub>x</sub>は完全になくなる。この場合酸素濃度や炭化水素の濃度が高いほどNO及びNO<sub>x</sub>の完全に消滅する範囲が広がる。即ちNO<sub>x</sub>分解のエネルギーを小さく出来安定した処理が可能となる。酸素濃度や炭化水素の濃度の制御によりVカーブから底面の長い逆台形カーブを得ることが出来る。排ガス処理システムの中にこれらの濃度をコントロールする構成にすることにより安定した排ガス処理が可能となる。さらに電圧を増加させるとある電圧でNOはゼロから、NO<sub>2</sub>とともに増加に転じ増加する特性をうる事が可能となる。この現象を応用してNOがゼロの範囲でNO<sub>2</sub>を電圧の僅かの変化でピーク値からゼロまでの範囲を瞬時にコントロール可能で、エンジンなどの動作に追従して、粒子状物質の量に合わせてCO<sub>2</sub>に転換するのに必要なNO<sub>2</sub>をリアルタイムに生成できる。この制御は放電エネルギーの小さい領域と高い領域で可能であることは勿論である。勿論エンジンの大きさや運転状況に適した放電エレメントや電源装置、制御に必要な装置の容量を設定する必要がある。この例のバリア放電を用いると、放電エレメント80cmのもので比較的低い18kHz、6.5kV程度の電圧で消費電力も10から20Wと少なく処理できる特徴を有している。なお螺旋状放電線の場合に表1のように巻きピッチ10mm前後のものが分解効率が最も優れている結果が得られている。

② ①で生成したNO<sub>2</sub>および酸素雰囲気中で同時に発生するオゾンや活性酸素を酸化剤に用いて粒子状物質を300℃前後の低温で安価な触媒を用いて完全に分解する技術を確認することについてであるが、①で述べたNO<sub>2</sub>やオゾン(400℃以上では活性酸素)の量を電圧、周波数および波形(パルスを含む)にて自由にコントロールできるので、バナジウムやモリブデンの酸化物およびゼオライトやアルミナを触媒にして300℃前後の低い温度で貴金属をほとんど用いないで粒子状物質を完全に分解することができる。また、生成したNO<sub>2</sub>とガス中にある水と反応して出来た硝酸や燃料中の硫黄の酸化で出来た硫酸などの硫黄酸化物などで、触媒無しで粒子状物質を分解することもNO<sub>2</sub>の生成量のコントロールで可能となる。

③ エンジンの運転状況に追従してリアルタイムに処理できる技術を確認することについては、①で述べたNOゼロ状態でのNO<sub>2</sub>生成コントロール技術を用いて、エ

ンジンなどの運転状況に追従して必要なNO<sub>2</sub>量を、粒子状物質の量をセンサーや運転特性より算定して瞬時に生成して、粒子状物質を完全に分解することができる。粒子状物質センサーを処理装置の入り口部に配置しておき、リアルタイムにセンシングし、制御器にその情報を入力しておく。一方処理器の流路の前後にNO<sub>x</sub>かNOセンサーを配しておき、処理器通過後の濃度が増加状態かあるいは減少状態かを把握し、処理後のNO<sub>x</sub>、NOの濃度とで粒子状物質の完全分解に必要なNO<sub>2</sub>量を算定し、必要なエネルギー量に見合う電圧値を決め電圧をリアルタイムにコントロールしてNO<sub>x</sub>及び粒子状物質を完全に除去する。

④ ①から③を安価な構成で達成する技術を確認することであるが、本発明の排出ガス処理システムでコストの大きな要素となるのは放電エレメント、低温触媒および制御装置の三大要素について述べる。まず、放電エレメントであるが、細長い放電芯線の周りに螺旋状などの放電線を配して簡単な構造になっており、光ファイバーや電線を作る技術で簡単に大量に製作でき、信頼性においても優れた安価なものを製作できる。次に触媒についても②で述べたように、基本的には貴金属を一切使わずに、使っても重量パーセントで僅か0.2%程度の量で実現できる見通しを得ており、比較的小電力でNO分解やNO<sub>2</sub>生成ができること、制御も電圧や周波数など簡単な技術でできるので最近の電子技術を用いて安価に纏めうるものである。

⑤ アンモニアを自前で生成する装置を付随して持ち、NO<sub>x</sub>などの処理に効果的に機能させるように構築することについては空気中のN<sub>2</sub>ガスと燃料電池などで生成した水素供給装置を移動機に持ち、N<sub>2</sub>と水素を放電素子を用いてアンモニアを生成して、定置器で行われているNO<sub>x</sub>処理技術で無害化することが可能となる。

⑥ 放電や通電にて排気ガスを処理する場合に付加的電気容量をカバーしながら既設の発電機と互換性を持たせた耐熱性に優れた高効率な発電機をシステムに構築することについては発明者が考案した低起動トルク、高効率(95%)以上及びコイルエンド殆どゼロの発電機で使用温度を在来の250℃を500度にまで上げるスロット絶縁やコイルの被覆の絶縁部にアルミナなどのセラミックスを用いて既設の発電機との互換性を持たせながら実現可能となる。

【0005】

【実施の形態】以下、この発明の実施の形態の例を図面を参照して説明する。図1A、図1Bはそれぞれ本発明および在来の一例を示す排気ガス処理装置である。本発明の構造の特徴は大きく処理部が二つに分かれていて、

10

20

30

40

50

前工程にてバリア放電による処理をし、後工程で触媒により処理をする構成になっている。バリア放電は細長い単数または複数の絶縁芯線2に裸の放電線3を絶縁体の表面に密着して螺旋状や図の例のごとく布状に編んだりして放電が空間を満遍なく行き渡るように構成している。放電線3の端部はアース4に接続されていて、絶縁芯線との間に高周波高電圧発生装置を内蔵した電源制御部11にて作った高周波高電圧などで放電線にバリア放電を効率よく発生させるようになっている。これに用いる高周波高電圧は正弦波は勿論パルス状にして電圧をパワー的に同じにして電圧を上げてよい。センサー10はエンジンの動作状態を検知するもので粒子状物質やNOxを直接検知する一例で、エンジンの回転数など別の手段（不図示）で行ってもよい。この放電部にて、エンジンなどから排出されるNOx特にNOやNO<sub>2</sub>を完全に分解したり、電圧、周波数および波形を変えることにより、NOを完全に分解して、NO<sub>2</sub>のみの状態にしたり、その量を制御できることを見出している。後で図3にて詳しく説明するが、たとえば僅かの電圧の変化でNO<sub>2</sub>を大きく変化できる特性を、非常に僅かな電氣的エネルギーで実現できるもので、しかも放電線の構造が非常にシンプルな電線や光ファイバーの製造技術で信頼性を確保しながら製造でき、コストも非常に安く実現できる画期的なものである。本発明ではNO<sub>2</sub>は酸化性のガスで後工程の粒子状物質を酸化するのに必要な量をセンサー10にて検知して、発生させるようにしている。この点が在来の機器では何らコントロール機能を持っていないのが現状となっている。すなわち、本発明の放電部はエンジンの状況を的確に把握するとともに、その状況にあったNOxの分解やNO<sub>2</sub>の生成を効率的にリアルタイムで追従できる画期的なものである。図1B在来の機器は触媒に貴金属の白金を大量に使用してNO<sub>2</sub>を生成しているため非常に高価になっており、しかも燃料中の硫黄の影響で機能が低下する欠点を有している。次に後工程の触媒処理部について説明する。この部分では主に粒子状物質を完全に、しかも300℃程度の低温で分解できる触媒を用いる。たとえば、酸化バナジウム5や酸化モリブデン6をはじめアルミナまたはゼオライト7などといった比較的安価な触媒を使ってNO<sub>2</sub>を効果的に働かせて完全に分解しようとするものである。これらの触媒は貴金属をほとんど使用しないで実現している。1は機器のフレーム、8は触媒を保持する透過性のよい隔壁を示す。図1Bの在来の排気処理機について説明する。前工程では大量の白金5aやパラジウム6aやアルミナ7aを使用してNOx中のNOをNO<sub>2</sub>に酸化して後工程の触媒で粒子状物質を酸化無害化しようとするもので、貴金属を使っているため高価になり、普及を大いに阻害する要因となっている。この触媒方式はエンジンなどの動作に対して、たとえば粒子状の発生状況に追従して処理することができず、燃料中の硫黄の影響や

劣化に対する対処がまったくない状況にある。NOも完全には除去できず、85%が排出口から放出されているのが実情となっている。まだ未完成な処理機といって過言ではない状況にある。後工程についても貴金属主体の触媒をつかっていて白金5b、パラジウム6b、アルミナ7bを使って処理をおこなっている。1aは機器のフレーム、8aは触媒を保持する透過性のよい隔壁を示す。

【0006】図2AからFについて説明する。ここでは、本発明の基幹部品である放電線の構造の例を示しており、図2A、図2Bは細長い絶縁芯線を構成する芯線22aとその外皮を覆っているセラミックスや耐熱シリコーンゴムなどの展性に優れた薄くて丈夫な材料などでできた絶縁体2aとからできている。この絶縁芯線にはば平行に密着配置された直径0.2mmから0.3mmと細い裸放電線3aとで電極を形成している。17aは絶縁体で裸放電線を機器外部に引き出すときの電氣的隔離に使われる。かかる簡単な構造で、電線や光ファイバーの信頼性の高い製造技術を利用でき、安価で高性能な放電線を作ることができる。アルミナにジルコンを混ぜた非常に展性の優れた材料にて、しかも絶縁性の優れた効率のよいものも可能となっている。図2C、図2Dは放電線3bの配置を絶縁芯線2b、22bに対して螺旋状に配置した例を示している。螺旋のピッチを種々変えるとNOx分解特性が大きく変化し、エンジンなどの排気ガス分解に適したものを製作可能となる。消費エネルギー的に倍の違いのものもできる。17bは絶縁体である。次に、図2E、図2Fについて説明する。放電線3cの形状を網状に組んで絶縁芯線2c、22cに対して筒状に配置した例を示している。筒状にすることにより放電線を丈夫にして耐久性をもたせたり、導体以外のたとえばガラスやアルミナなどのセラミックス線と編むことも可能で、このセラミックスに触媒を担持して、オゾンや活性酸素をより効果的に発生させたり、NO<sub>2</sub>生成と同時に粒子状物質をも一挙に分解処理することも可能となるなど排気ガス分解の効率をあげることもできる。螺旋状放電線のピッチを種々変えるとNOx分解特性が大きく変化し、エンジンなどの排気ガス分解に適したものを製作可能となる。放電線の劣化を防ぎ、過酷条件下で使用されることを考え耐久性抜群の特徴を有する一例を示している。17cは絶縁体である。また、複数本の放電線を平行または交差して組み合わせたり、同じ絶縁芯線に複数のピッチの異なる放電線を巻いて、端部の極を接続したり、切り離したりして、異なった放電特性を一本の放電線に持たせたり、耐久性を数倍に向上することも可能である。

【0007】図3は本発明の螺旋状放電線のNOx分解における交流印加電圧の変化に対する特性の一例を示す図で、電圧の変化により、NOx、NOおよびNO<sub>2</sub>の変化の状況がわかる。NOは電圧上昇に従い急激に減少

し、6 kVで完全に消滅し、7.5 kVまでゼロの状態がつつき、さらに電圧を上げると濃度を漸増していく。NOがゼロの状況では完全にNOxはNO<sub>2</sub>のみの状態になり、6.5 kVから7.5 kVの間で130 ppmからゼロの間をV字状に急峻に変化する。したがってこの特性を利用して、NOの完全な処理や粒子状物質の分解を残存NOxを出さずに処理できる可能性を示すもので、エンジンやボイラーなどの燃焼状況に合わせて、リアルタイムに完全に有害排気ガスを無害化できるものである。従来の処理器は調整が一切できず、ある条件では最適特性が得られても、大きく変化する運転状況に伴う排気ガス中の有害物質の濃度変化には全く追従できずに終わっている。また使用中の特性劣化には解決策がなく、お手上げの状況である。

【0008】図4 Aは粒子状物質を電気的にリアルタイムで、しかもセラミックス製フィルター60の複数の吸着面での処理無駄を常に監視しながら処理可能なセンシング機能を備えたものである。セラミックス製フィルター60の両端面に設けた電極版61の間の主に炭素系の粒子状物質の付着の状況を例えば電気抵抗の変化で捉え、その抵抗がある値以下になったら、通電して粒子状物質を酸化するようになっている。通電に用いる電源は数Vの非常に低い電圧で十分で、自動車などでは蓄電池やダイナモの電源で十分なものである。この粒子状物質の処理は構造簡単でリアルタイムで処理でき、価格的にも安く、耐久性の優れたシステムを構築できる画期的なものである。このセラミックス製フィルターにNOx分解用の低温触媒例えばアルミナ、酸化ガリウムおよびすずやインジウムなどで構成したものなどを担持してやれば、この工程のみでも排気ガスの有害物質を処理できるものである。次に中間工程の触媒処理部であるが、NOx処理用の触媒にて構成しており、アルミナ5c、酸化ガリウム6cおよびすずやインジウム7cなどで構成されており、アンモニア発生装置30を装置外部あるいは内部にプラズマ技術や高圧合成技術を用いた処理に必要な量を生成しながらノズル31より供給するようになっている。このようにして、現在技術的にも確立されている脱硝システムを形成することも可能である。アンモニア生成には水素と窒素が必要であるが水素はエンジンなどの冷却水などからの水から電気分解などでつくり、窒素は空気中より供給すれば材料の供給は必要なくなる。次に本図の最終工程は放電処理部で残存NOx処理するために設けたもので、前述のアンモニア生成に一部を活用してもよい。2dは絶縁芯線、3dは放電線、11a高電圧発生制御部である。1bはフレームを示す。70及び71はNOx又はNO<sub>2</sub>センサーで最終工程のNOx処理部の処理前後の適切な位置に設置され、放電部のNOx処理状況をセンシングして、NOx除去に必要な電圧や周波数を調節して電気的エネルギーを制御するためのものである。制御の方法については図6にて説明する。図4 B

は図4 Aの電気的粒子状物質の処理部の一例を示す図で、セラミックス製フィルター60aの両端に設けた電極61a間の粒子状物質付着に伴う抵抗をセンサー検知制御部50で処理し、粒子状処理に必要な電極間を焼却処理制御部に信号を送り、処理するようになっている。54および54aはスイッチ部で信号線53で開閉して、粒子状物質をフィルターの場所によるムラをなくするようになっている。自助機能を有する安価で、高性能な粒子状物質処理装置を提供するものである。40aは電源端子である。

【0009】図5はディーゼル排出ガスを高圧放電にて分解する場合に、ガス中の酸素濃度によりNOxの分解が著しく変化する状況の例を説明したものである。図5 Aは排ガス中の酸素濃度10%の時の電圧—NOx (NOおよびNO<sub>2</sub>)の分解生成特性を示し、NOが電圧上昇に伴って当初分解し、電圧6.5 kV付近で最低になり、それ以上で徐々に増加する。一方NO<sub>2</sub>はNOの減少と反比例して増加し6~6.5 kV付近から殆ど変化しない状況を示している。図5 Bは酸素濃度15%の場合の電圧—NOx (NOおよびNO<sub>2</sub>)の分解生成特性を示し、NOが電圧5.5 kV付近までに分解消滅するのと引き換え、NO<sub>2</sub>が急激に増加する。NOは5.5 kV~6.5 kVに徐々に消滅して0になり、0の状態が7.5 kVまでつつき、それ以上では再び生成が始まり電圧が増すに従い増加していく。一方NO<sub>2</sub>は5.5~6.5 kVの間は僅かに増加するが高原状態がつついたあとピークに達し、6.5 kV以降は減少に転じ7 kV付近で極小値を示した後増加に転じる。7.5 kVを境にNOの増加にしたがって再び減少に転じる。図5 Cは酸素濃度が18%とさらに増加した場合の電圧—NOx (NOおよびNO<sub>2</sub>)の分解生成特性を示し、NO及びNO<sub>2</sub>共に大きく消滅してV曲線が顕著に現れるようになる。電圧6.5から7 kVの間は完全に消滅することが可能となる。NOの完全消滅の範囲も5.7から7.5 kVと広がっている。この特性を用いればNOxを完全に消滅させることが可能となる。その場合にディーゼルエンジンからの排出ガス中の酸素濃度はほぼ16%であるので外部か処理器のシステムの中に酸素供給装置を設けることにより、NOx低減に有効な手段を構築可能となる。図5 Dは酸素濃度21%の場合の電圧—NOx (NOおよびNO<sub>2</sub>)の分解生成特性を示し、酸素濃度18%よりNOx低減特性がさらに顕著に成っている。このように排ガス中の酸素濃度を変化させることによりNOxの低減を容易にコントロールすることが可能になる。酸素濃度をさらに増加したり、活性酸素やオゾンの状態にした物を供給すれば反応が一段と顕著になり、特性を大きくコントロールできると同時に、省エネ効果も可能となり、非常に僅かなエネルギーでNOxの除去を達成できる。

【0010】図6はNOx処理装置の処理状況を把握してNOxの処理に必要なエネルギーを決めるためのコン



トロール法についての説明図である。NO<sub>x</sub>処理部の放電素子の前後流路の適切な位置にセンサーを配置しNO<sub>x</sub>の処理状況を把握して、即ちNO<sub>x</sub>の減少傾向か、増加傾向かをこれらの二つのセンサーにより捕らえ、例えばA点からB点のように減少状態の場合はエネルギーをもっと増加し、D点からC点のように変化している時はエネルギーを下げて制御を確実にしNO<sub>x</sub>を完全に除去することが出来る。必要に応じてシステム内の酸素濃度調節装置とタイアップさせて行うのは勿論である。

【0011】図7は絶縁放電線の新しい構造に関する例を示している。図7Aは3d及び3eの2本の隔離され並行に配置された放電線を螺旋状に巻いて絶縁放電線を構成している。2本の線間が粒子状物質や放電で生じた窒素や硫黄酸化物などの導電性の物質で汚れ水分などで電気絶縁が低下した際に2線間の電気抵抗が小さくなり放電性能が著しく低下する。これは耐熱耐塩基性で出来たアルミナなどでできた絶縁体2dの絶縁表面をあたかも一体の導体で被覆したかの状態になり、放電が生じなくなるからである。これを防ぐために2本の放電線間に電圧を掛けて通電して熱や放電にて焼却や気化させて浄化を行いうるようになっている。これは汚れセンサーとしても使用可能である。2dは絶縁芯線の導体である。\*

放電によるNOからNO<sub>2</sub>への変換率

ピッチ (mm)	長さL=250 (mm) 電力P=9W	L=500 P=18	L=750 P=27	L=1000 P=36
1	37 (%)	44	47	51
5	40	65	60	53
10	48	84	64	58
20	51	78	63	46

図7Dは絶縁芯線の絶縁体の構造に関するものでその断面を示している。2fは芯線導体、2f及び2gは絶縁体で2fはアルミイト処理したもの等にセラミックス製の網状にした物やこれを他の絶縁物で隙間を埋めたもので構成されより薄くて絶縁性のよいもので構成された例を示している。図7Eは絶縁芯線に耐熱高強度の材料ニクロム線2gなどを用い、その外皮にアルミ材2hで被覆して線材に伸ばした後アルミイト処理した芯線にアルミナなどの外部絶縁体2iで構成した薄くて高性能な絶縁芯線の断面部を示している。

【0012】図8は排気ガス中に炭化水素が混在した場合の特性の変化を示すグラフである。酸素濃度が図5Dで示した酸素濃度21%と1000ppm程度の炭化水素が混在した場合にNO<sub>x</sub>の顕著な低減が現れなくなることが認められる。これはNO<sub>2</sub>の生成を安定的に行えることを示唆している。即ち、NOをNO<sub>2</sub>に変換して、酸化剤として粒子状物質を酸化除去する場合に有効に活用できる。勿論酸素濃度と炭化水素の濃度を有機的にコントロールすることにより、より安定的高性能な処理機を実現できるわけである。図8A及び図8Bはそれぞれ炭化水素1000ppmと酸素濃度10%および21%と混在した

\* 17d及び17eは放電線の口出し部の絶縁体である。図7Bは図7Aの絶縁放電線の側断面を示している。図7Cは複数の放電線3f、3g及び3hを併置して螺旋状に巻いた絶縁放電線の例を示しており、芯線導体2e、絶縁体2e、口出し絶縁体17f、17g及び17hにて構成されている。この種の放電絶縁線は放電線の配置ピッチ寸法で放電性能が著しく異なる。絶縁体の外径2mmで放電線径0.3mmの例で10mmピッチのものが最も放電特性がよい結果が出ている。表1の如く放電特性がピッチや長さにより大きく変化し、1/2以下にも変化する。この現象を用いて放電特性を放電線の組合せやタップによる長さの変更で変えることができる。例えばピッチを替える場合に複数の放電線を巻いておき、それらの接続や組合せでピッチを替えたり、同極にしたリして選択的に使用して放電特性を変えることができる。単一の放電線で供給エネルギーを替えて放電特性をかえることは前述で述べてきているが、この複数の放電線と組み合わせれば、制御の幅を持たせることができ、より性能のよい排出ガス処理機を実現できることは勿論である。

【表1】

30 場合のNO<sub>x</sub>処理特性を示している。この場合にNOが完全に除去できないが、これは処理器の最終工程にて前述の図5の技術を組み合わせることにより除去可能であることは勿論である。

【0013】図9は粒子状物質を通電焼却した際の発熱や放電によるオゾン発生やコロナ発生の際に発生する熱量を排気ガス処理内に留めて逃げないように装置外部とのセラミックスなどで断熱構造にすることによってできるだけ装置内を高温に保って反応や分解を小さいエネルギー付加で処理が可能のようにした例を示した排気ガス装置を示している。また、エンジン排気口近傍に余熱部を設けて、粒子状物質の燃焼温度650℃にできるだけ近づけることにより反応促進と省エネ効果も狙っている。以上述べた排気ガス処理装置は従来の装置に比べ比較的簡単な構造で、現在難題とされている有害排気ガスをエンジンなどの運転状況に追従して無害化できる画期的なガス処理技術を持ち、ガスの分解や反応に関連するあらゆる分野に活用できる。その有用性は言うまでもない。自動車、ボイラー、エンジンなどの公害対策や化学反応促進や燃焼促進、有害物質などの分解に大いに効果的に活用できる。しかも放電部は電線や光ファイバーの

進んだ生産技術で製造でき、品質、生産性に優れた構造簡単でコストも非常に安いオゾンやコロナ発生器を提供できる。また、低電圧で粒子状物質を処理できる通電焼却装置は可燃性を有する物質の吸着分解などに適用できる。さらに、自前でアンモニアを生成し、NO<sub>x</sub>脱硝システムに取り入れれば、設置型のみならず移動式機器にも適用でき、本発明の数々の技術を結集すれば、特にディーゼル排気ガス対策に明るい光を与えるものとして期待できるものである。

【発明の効果】本発明の効果は自動車をはじめボイラーなどの排気ガス後処理装置として、性能、コストおよびメンテ性など難題を一挙に解決する抜群の効果を有する。その主なものを次に列挙すると、

1. 簡単な放電線の構造で、NO<sub>x</sub> (NOおよびNO<sub>2</sub>) を完全に分解したり、粒子状物質を酸化分解するNO<sub>2</sub>の生成量をNOをゼロの状態に自由にコントロールでき、排気ガス中の動的粒子状物質の分解に完全に追従できる画期的ものである。この際使用する触媒は貴金属類をほとんど使用せずに300℃という低温で酸化して無害の炭酸ガスにして排出できる。
2. 粒子状物質をセラミックス製フィルターに吸着し、吸着面を複数の電極でセンサーによる焼却の必要箇所を検知して、低電圧の電源にて選択的、電気的に焼却して微粒子を炭酸ガスにして無害化するもので、構造簡単で性能にすぐれ、オンボードリアルタイムで処理できるメンテ性に非常に優れた機器を実現できる。また、貴金属をほとんど使用しない低価格の触媒にてNO<sub>x</sub>を分解したり、自前のアンモニア生成装置を備えて、より優れた脱硝装置を組み合わせ、性能的、価格およびメンテ性の優れた排気ガス処理装置を提供できる。
3. 放電部に電線状の非常にシンプルで頑丈な、しかも絶縁被服を薄くて信頼性の高いジルコニア入りのアルミナなどで構成し、放電線に導線単独やセラミックス線などと、さらに複数の放電線を網目構造に形成することにより、放電特性、強度や耐久性を増大し、セラミックス線に触媒を担持して、触媒作用を持たせたものとして高効率、低価格な複合機能を持たせた画期的な排気ガス処理エレメントを提供できる。など

【図面の簡単な説明】

【図1】A：本発明高圧放電を用いてNO<sub>x</sub>の濃度を制御して、後工程の触媒部とでエンジンなどの動的変化に追従できる排気ガス処理装置の断面説明図。

B：在来型の前後段ともに貴金属などの触媒を用いた排気ガス処理装置説明図。

【図2】A B：絶縁芯線に平行に配置した放電線を有する放電部の説明図

C D：絶縁芯線に螺旋状に配置した放電線を有する放電部の説明図

E F：絶縁芯線に網状に配置した放電線を有する放電部の説明図

【図3】本発明の螺旋状放電部のNO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>) 低減特性説明図

【図4】A：本発明の低電圧放電を用いた粒子状物質を処理する装置を有する総合排気ガス処理装置の実施例を示す図。

B：本発明の低電圧放電を用いた粒子状物質を処理する装置の選択的、網羅的機能を説明する図

【図5】A：排気ガス中の酸素濃度10%時の放電によるNO<sub>x</sub>低減特性図

B：排気ガス中の酸素濃度15%時の放電によるNO<sub>x</sub>低減特性図

C：排気ガス中の酸素濃度18%時の放電によるNO<sub>x</sub>低減特性図

D：排気ガス中の酸素濃度21%時の放電によるNO<sub>x</sub>低減特性図

【図6】NO<sub>x</sub>の低減を制御する場合のセンシング方法の説明図

【図7】放電線の構造説明図

A：放電線の性能を維持するための複数の線を組み合わせさせた例を示す説明図

B：図7Aの側断面図

C：放電特性を変える場合のピッチを変える方法の例の説明図

D：絶縁芯線の絶縁構造の例を説明する図

E：絶縁芯線の絶縁構造の他の例を説明する図

【図8】A：排気ガス中の酸素濃度10%、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>濃度1000ppm時の放電によるNO<sub>x</sub>低減特性図

B：排気ガス中の酸素濃度21%、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>濃度1000ppm時の放電によるNO<sub>x</sub>低減特性図

【図9】保温、燃焼及び反応を効果的に行わせるようにした排出ガス処理器の構造の例を示す説明図

【符号の説明】

1、1a、1b、1c

：フレーム

2、2a、2b、2c、2d

：絶縁芯線

3、3a、3b、3c、3d

：放電線

4、41：アース

5、5a、5b、5c、6、6a、6b、6c、7、7

a、7b、7c：触媒

8、8a、8b、8c：隔離壁

10：センサー

11、11a：高周波高圧電源

11b：低圧電源

12：誘導加熱電源

15：誘導加熱コイル

16：磁性体

17a、17b、17c：絶縁体

18、18a：熱絶縁体

22、22b、22c：放電線  
 30：アンモニア発生装置  
 31：ノズル  
 40、40a：電源端子  
 50：センサー制御器  
 51：スイッチ切り替え制御器

\* 52：連結線  
 53：信号線  
 54、54a：スイッチ  
 60、60b：セラミックス製フィルター  
 61、61b：電極板  
 \* 70、71：NO<sub>x</sub>センサー

【図1】

【図2】

図.1A

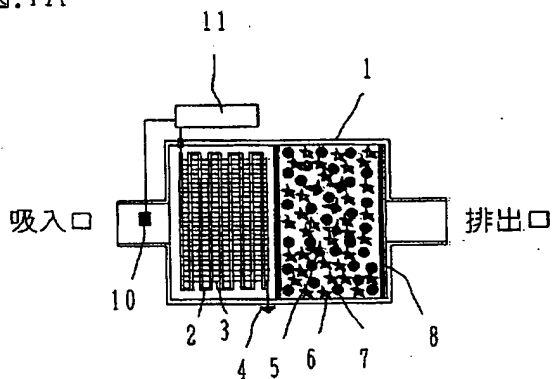


図.1B

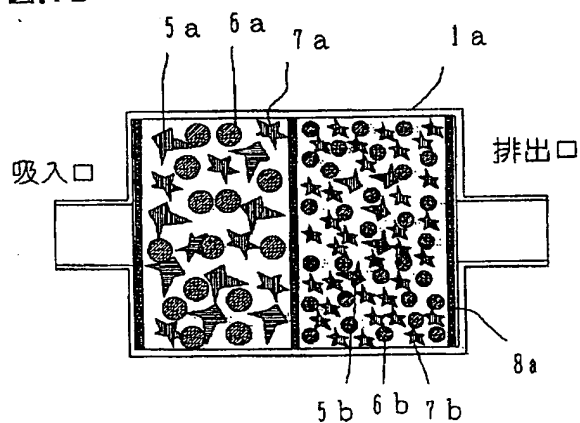


図.2A

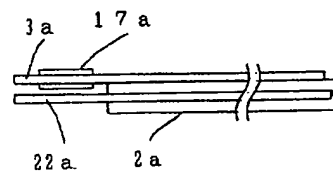


図.2B

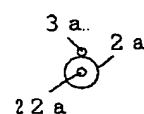


図.2C

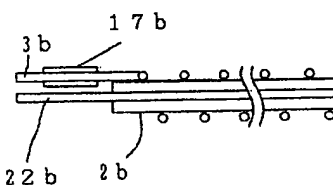


図.2D

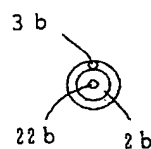


図.2E

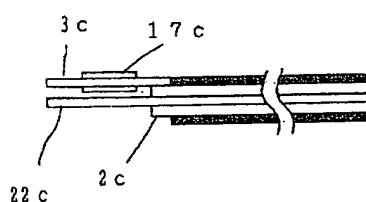
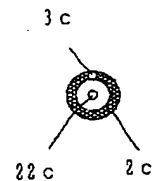
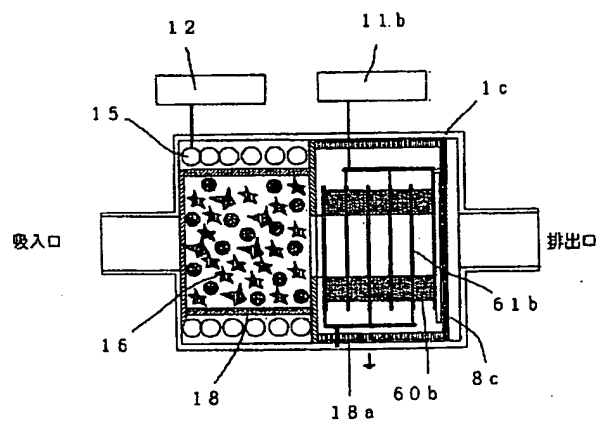


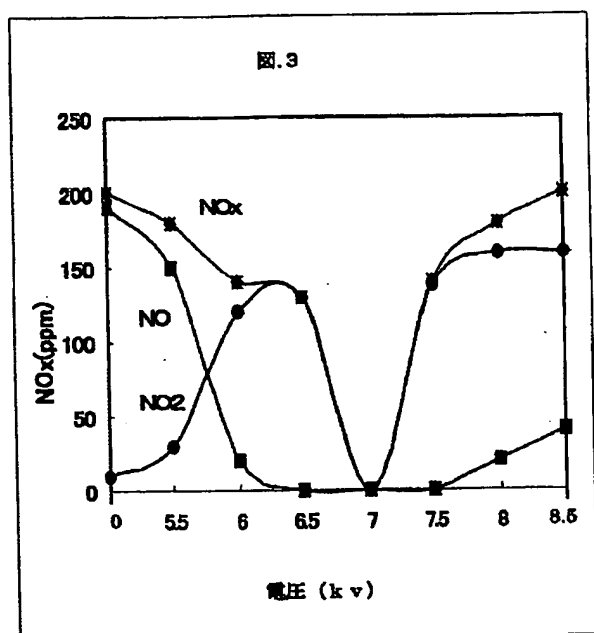
図.2F



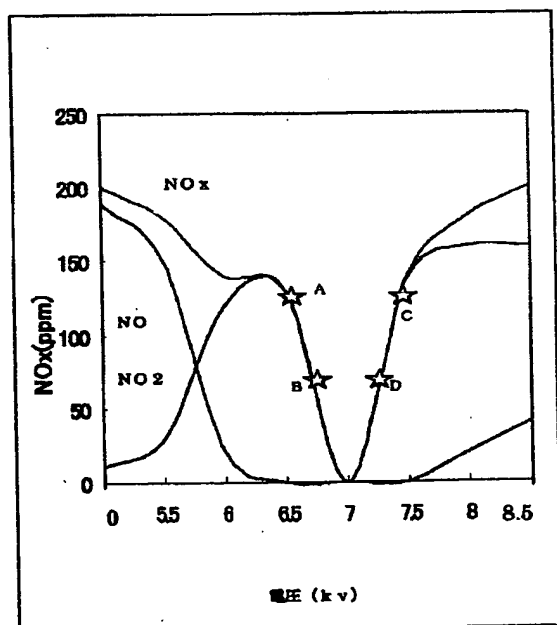
【図9】



【図3】



【図6】



【図4】

図.4 A

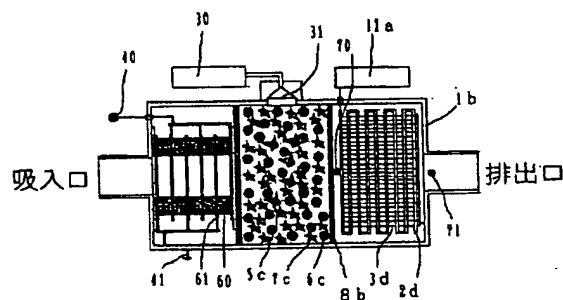
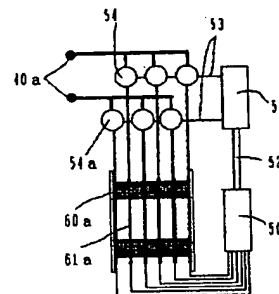
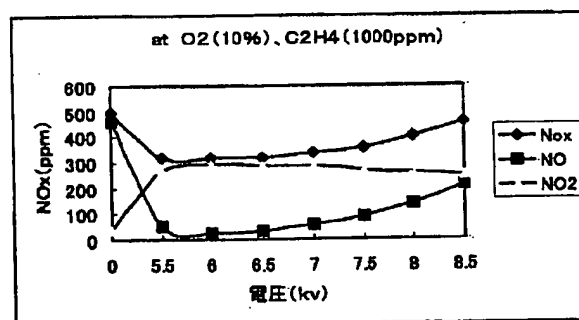


図.4 B

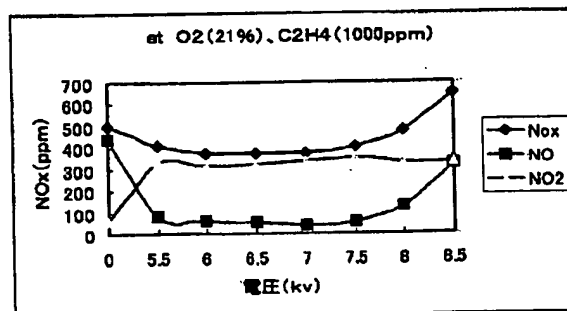


【図8】

A



B



【図5】

図.5A

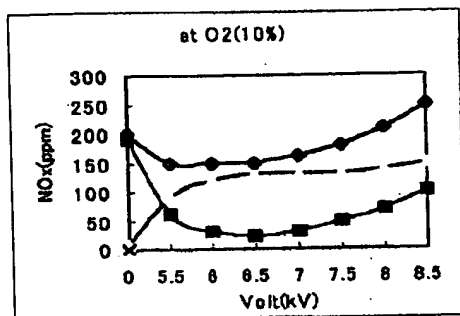


図.5B

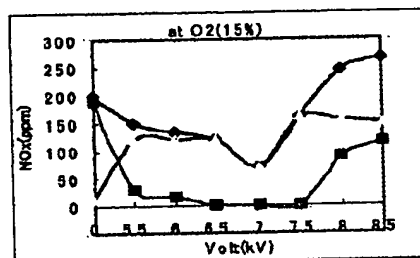


図.5C

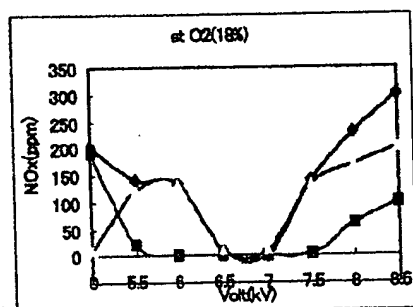
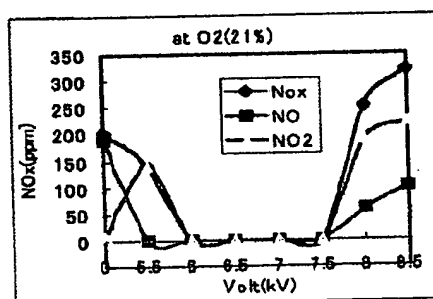
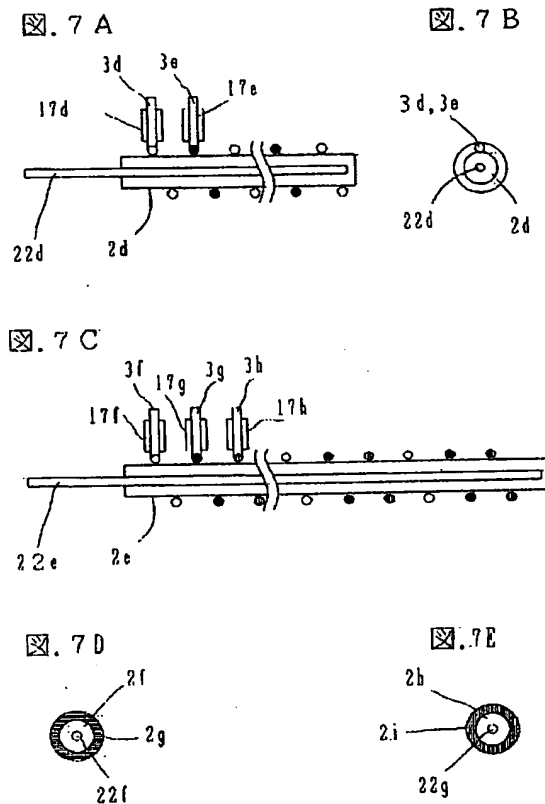


図.5D



【図7】



## 【手続補正書】

【提出日】平成14年2月7日(2002. 2. 7)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項12

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項12】請求項2においてNOおよびNO<sub>2</sub>などのNO<sub>x</sub>を完全に分解除去するようにした放電発生装置において、システム内に水蒸気や酸素の供給や調節可能な装置を設け、ガス中の分解するNO<sub>x</sub>の量に応じて酸素濃度を変えることが出来るようにして、NO<sub>x</sub>を省エネ的、安定的に分解除去するようにしたことを特徴とする排気ガスなどの分解装置。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項13

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項13】請求項3においてNOおよびNO<sub>2</sub>などのNO<sub>x</sub>を完全に分解及び生成するようにした放電発生

装置において、システム内に水蒸気や炭化水素ガスの供給や調節可能な装置を設け、ガス中の分解する粒子状物質の量に応じて炭化水素の濃度を変えることが出来るようにし、NO<sub>x</sub>や粒子状物質を省エネ的、安定的にNOの分解、NO<sub>2</sub>の生成及び粒子状物質を分解除去するようにしたことを特徴とする排気ガスなどの分解装置。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項18

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項18】粒子状物質を分解する装置において、放電によるNO<sub>2</sub>の生成と同時に燃料中の硫黄酸化物やあらかじめ担持しておいた硫黄酸化物などにて触媒を一切用いずに、必要に応じて温度調整や水蒸気、酸素や炭化水素の付加調整などして完全に粒子状物質を除去するようにしたことを特徴とする排気ガス処理装置。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】

【課題を解決するための手段】① 燃料中の硫黄などの影響を受けずに、排出ガス中の $\text{NO}_x$ を放電を用いて $\text{NO}$ は完全に分解し、 $300^\circ\text{C}$ 程度の低温で微粒子を酸化させるのに必要な $\text{NO}_2$ をリアルタイムに生成する技術を確立することの解決策として、まず燃料中の硫黄の影響を受けずに行う手段として $\text{NO}_2$ 生成を触媒に白金を使用しないで行う。すなわち、バリア放電などを用いることである。その具体的な例として、電極間に印加する電圧をできるだけ低くするため、電極の一方を長い線状、帯状、棒状または板状などにしてセラミックスや耐熱シリコンなどの展性の優れた薄い絶縁体の外皮で覆い、もう一方の電極をそれぞれ絶縁芯線の形状にあわせて裸線にして、絶縁芯線に沿わせて平行、直角、螺旋、網状あるいはジグザグ状などに密着配置してオゾン発生やバリア放電を効果的に発生させるようにし、電極間に交流高電圧をかけ、電圧や周波数を変化させると、電圧を上げるに従い、残存酸素を有する排出ガス中の $\text{NO}$ が低下し、ある電圧に達するとゼロになる。一方、 $\text{NO}_2$ は最初 $\text{NO}$ に比べわずか(1/10以下)であるが漸次増加し、 $\text{NO}$ がゼロの範囲でピーク値を示し、電圧をさらに上げると徐々に減少してやがてゼロとなる。この時点で $\text{NO}_x$ は完全になくなる。この場合温度調節、水蒸気の量、酸素濃度や炭化水素の濃度が高いほど $\text{NO}$ 及び $\text{NO}_x$ の完全に消滅する範囲が広がる。即ち $\text{NO}_x$ 分解のエネルギーを小さく出来安定した処理が可能となる。酸素濃度や炭化水素の濃度の制御によりVカーブから底面の長い逆台形カーブを得ることが出来る。排ガス処理システムの中にこれらの濃度をコントロールする構成にすることにより安定した排ガス処理が可能となる。さらに電圧を増加させるとある電圧で $\text{NO}$ はゼロから、 $\text{NO}_2$ とともに増加に転じ増加する特性をうる事が可能となる。この現象を応用して $\text{NO}$ がゼロの範囲で $\text{NO}_2$ を電圧の僅かの変化でピーク値からゼロまでの範囲を瞬時にコントロール可能で、エンジンなどの動作に追従して、粒子状物質の量に合わせて $\text{CO}_2$ に転換するのに必要な $\text{NO}_2$ をリアルタイムに生成できる。この制御は放電エネルギーの小さい領域と高い領域で可能であることは勿論である。勿論エンジンの大きさや運転状況に適した放電エレメントや電源装置、制御に必要な装置の容量を設定する必要がある。この例のバリア放電を用いると、放電エレメント80cmのもので比較的低い18kHz、6.5kV程度の電圧で消費電力も10から20Wと少なく処理できる特徴を有している。なお螺旋状放電線の場合に表1のように巻きピッチ10mm前後のものが分解効率がいちばん優れている結果が得られている。

② ①で生成した $\text{NO}_2$ および酸素雰囲気中で同時に発生するオゾンや活性酸素を酸化剤に用いて粒子状物質を

$300^\circ\text{C}$ 前後の低温で安価な触媒を用いて完全に分解する技術を確立することについてであるが、①で述べた $\text{NO}_2$ やオゾン( $400^\circ\text{C}$ 以上では活性酸素)の量を電圧、周波数および波形(パルスを含む)にて自由にコントロールできるので、バナジウムやモリブデンの酸化物およびゼオライトやアルミナを触媒にして $300^\circ\text{C}$ 前後の低い温度で貴金属をほとんど用いないで粒子状物質を完全に分解することができる。また、生成した $\text{NO}_2$ とガス中にある水や外部から付加した水と反応して出来た硝酸や燃料中の硫黄の酸化で出来た硫酸などの硫酸酸化物などで、触媒無しで粒子状物質を分解することも $\text{NO}_2$ の生成量のコントロールで可能となる。

③ エンジンの運転状況に追従してリアルタイムに処理できる技術を確立することについては、①で述べた $\text{NO}$ ゼロ状態での $\text{NO}_2$ 生成コントロール技術を用いて、エンジンなどの運転状況に追従して必要な $\text{NO}_2$ 量を、粒子状物質の量をセンサーや運転特性より算定して瞬時に生成して、粒子状物質を完全に分解することができる。粒子状物質センサーを処理装置の入り口部に配置しておき、リアルタイムにセンシングし、制御器にその情報を入力しておく。一方処理器の流路の前後に $\text{NO}_x$ か $\text{NO}$ センサーを配しておき、処理器通過後の濃度が増加状態かあるいは減少状態かを把握し、処理後の $\text{NO}_x$ 、 $\text{NO}$ の濃度とて粒子状物質の完全分解に必要な $\text{NO}_2$ 量を算定し、必要なエネルギー量に見合う電圧値を決め電圧をリアルタイムにコントロールして $\text{NO}_x$ 及び粒子状物質を完全に除去する。

④ ①から③を安価な構成で達成する技術を確立することであるが、本発明の排出ガス処理システムでコストの大きな要素となるのは放電エレメント、低温触媒および制御装置の三大要素について述べる。まず、放電エレメントであるが、細長い放電芯線の周りに螺旋状などの放電線を配して簡単な構造になっており、光ファイバーや電線を作る技術で簡単に大量に製作でき、信頼性においても優れた安価なものを製作できる。次に触媒についても②で述べたように、基本的には貴金属を一切使わずに、使っても重量パーセントで僅か0.2%程度の量で実現できる見通しを得ており、比較的安価なバナジウムやモリブデンの酸化物にアルミナやゼオライトなどを共存させて構成しているので、在来の貴金属主体の触媒に比べて非常に安価でまとめうるものである。電源や制御部については、比較的小電力で $\text{NO}$ 分解や $\text{NO}_2$ 生成ができること、制御も電圧や周波数など簡単な技術でできるので最近の電子技術を用いて安価に纏めうるものである。

⑤ アンモニアを自前で生成する装置を付随して持ち、 $\text{NO}_x$ などの処理に効果的に機能させるように構築することについては空気中の $\text{N}_2$ ガスと燃料電池などで生成した水素供給装置を移動機に持ち、 $\text{N}_2$ と水素を放電素子を用いてアンモニアを生成して、定置器で行われている

NO<sub>x</sub>処理技術で無害化することが可能となる。

⑥放電や通電にて排気ガスを処理する場合に付加的電気容量をカバーしながら既設の発電機と互換性を持たせた耐熱性に優れた高効率な発電機をシステムに構築することについては発明者が考案した低起動トルク、高効率(95%)以上及びコイルエンド殆どゼロの発電機で使用温度を在来の250℃を500度にまで上げうるスロット絶縁やコイルの被覆の絶縁部にアルミナなどのセラミックスを用いて既設の発電機との互換性を持たせながら実現可能となる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】図5はディーゼル排出ガスを高圧放電にて分解する場合に、ガス中の酸素濃度によりNO<sub>x</sub>の分解が著しく変化する状況の例を説明したものである。図5Aは排ガス中の酸素濃度10%の時の電圧—NO<sub>x</sub>(NOおよびNO<sub>2</sub>)の分解生成特性を示し、NOが電圧上昇に伴って当初分解し、電圧6.5kV付近で最低になり、それ以上で徐々に増加する。一方NO<sub>2</sub>はNOの減少と反比例して増加し6~6.5kV付近から殆ど変化しない状況を示している。図5Bは酸素濃度15%の場合の電圧—NO<sub>x</sub>(NOおよびNO<sub>2</sub>)の分解生成特性を示し、NOが電圧5.5kV付近までに分解消滅するのと引き換え、NO<sub>2</sub>が急激に増加する。NOは5.5kV~6.5kVに徐々に消滅して0になり、0の状態が7.5kVまでつづき、それ以上では再び生成が始まり電圧が増すに従い増加していく。一方NO<sub>2</sub>は5.5~6.5kVの間は僅かに増加するが高原状態がつづいたあとピークに達し、6.5kV以降は減少に転じ7kV付近で極小値を示した後増加に転じる。7.5kVを境にNOの増加にしたがって再び減少に転じる。図5Cは酸素濃度が18%とさらに増加した場合の電圧—NO<sub>x</sub>(NOおよびNO<sub>2</sub>)の分解生成特性を示し、NO及びNO<sub>2</sub>共に大きく消滅してV曲線が顕著に現れるようになる。電圧6.5から7kVの間は完全に消滅することが可能となる。NOの完全消滅の範囲も5.7から7.5kVと広がっている。この特性を用いればNO<sub>x</sub>を完全に消滅させることが可能となる。その場合にディーゼルエンジンからの排出ガス中の酸素濃度はほぼ16%であるので外部か処理器のシステムの中に酸素供給装置を設けることにより、NO<sub>x</sub>低減に有効な手段を構築可能となる。図5Dは酸素濃度21%の場合の電圧—NO<sub>x</sub>(NOおよびNO<sub>2</sub>)の分解生成特性を示し、酸素濃度18%よりNO<sub>x</sub>低減特性がさらに顕著に成っている。このように排ガス中の酸素濃度を変化させることによりNO<sub>x</sub>の低減を容易にコントロールすることが可能になる。酸素濃度をさらに増加したり、温度、水蒸気、活性酸素やオゾンの状態にし

た物を供給すれば反応が一段と顕著になり、特性を大きくコントロールできると同時に、省エネ効果も可能となり、非常に僅かなエネルギーでNO<sub>x</sub>の除去を達成できる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】図6はNO<sub>x</sub>処理装置の処理状況を把握してNO<sub>x</sub>の処理に必要なエネルギーを決めるためのコントロール法についての説明図である。NO<sub>x</sub>処理部の放電素子の前後流路の適切な位置にセンサーを配置しNO<sub>x</sub>の処理状況を把握して、即ちNO<sub>x</sub>の減少傾向か、増加傾向かをこれらの二つのセンサーにより捕らえ、例えばA点からB点のように減少状態の場合はエネルギーをもっと増加し、D点からC点のように変化している時はエネルギーを下げて制御を確実にしNO<sub>x</sub>を完全に除去することが出来る。必要に応じてシステム内の酸素濃度調節装置、保温機構、温度調節、水蒸気濃度調節および炭化水素濃度調整とタイアップさせて行うのは勿論である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】図8は排気ガス中に炭化水素が混在した場合の特性の変化を示すグラフである。酸素濃度が図5Bで示した酸素濃度16%と1000ppm程度の炭化水素および水分20%が混在した場合にNO<sub>x</sub>の顕著な低減が現れなくなることが認められる。これはNO<sub>2</sub>の生成を安定的に行えることを示唆している。即ち、NOをNO<sub>2</sub>に変換して、水蒸気と反応させ強力な酸化剤として粒子状物質を酸化除去する場合に有効に活用できる。勿論酸素濃度と炭化水素および水蒸気の濃度を有機的にコントロールすることにより、より安定的高性能な処理機を実現できるわけである。図8A及び図8Bはそれぞれ炭化水素1000ppmと酸素濃度16%、水蒸気8%および20%と混在した場合のNO<sub>x</sub>処理特性を示している。非常にエネルギーの小さい部分でNO<sub>2</sub>を制御できることを示している。この場合にNOが完全に除去できないが、これは処理器の最終工程にて前述の図5の技術を組み合わせるにより除去可能であることは勿論である。

【補正の内容】

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更



## 【補正内容】

【図8】A：排気ガス中の酸素濃度16%、 $C_2H_4$ 濃度1000ppm水蒸気濃度8%時の放電による $NO_x$ 低減特性図

B：排気ガス中の酸素濃度16%、 $C_2H_4$ 濃度1000ppm水蒸気濃度20%時の放電による $NO_x$ 低減特性図

## 【手続補正9】

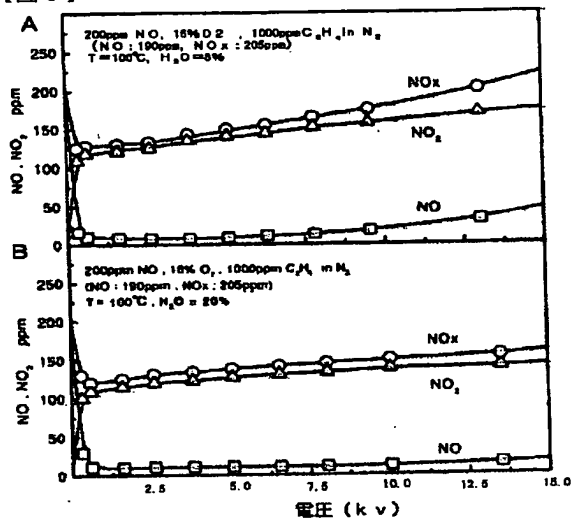
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更

【補正内容】

【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

B01D 53/94

B01J 19/08

F01N 3/02

H05H 1/24

識別記号

301

321

FI

F01N 3/02

H05H 1/24

B01D 53/34

53/36

テーマコード (参考)

321A 4G075

321B

129C

ZAB

104A

104B

F ターム(参考) 3G090 AA03 AA06 BA08 CB18  
3G091 AA02 AA06 AA18 AB04 AB11  
AB13 AB14 AB15 BA14 BA39  
CA17 CA18 CA19 CA21 EA26  
EA33 FB01 GA06 GB10W  
GB17X HA08 HA14 HA18  
HA47  
4D002 AA12 AC01 AC10 BA07 BA14  
CA07 CA11 DA70 EA02 EA13  
GA03 GB20  
4D048 AA06 AA14 AA18 AB01 AB02  
AB03 AB05 AB06 AC02 AC04  
BA03X BA11X BA17X BA21X  
BA23X BA26X BA41X BB06  
CC41 CC61 CD08 CD10 DA01  
DA02 DA03 DA06 DA08 DA20  
EA03  
4D058 JB06 MA42 MA44 MA51 SA08  
4G075 AA03 AA37 AA62 BA05 BA06  
BD12 CA15 CA54 EC21 FC15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**